

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 9 月 1 日 (01.09.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/080772 A1

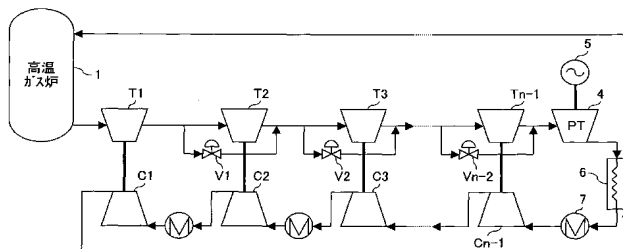
- (51) 国際特許分類: F02C 9/18, 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社 高砂研究所内
1/05, 3/10, F01D 17/00, G21D 3/00 Hyogo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/019169 (74) 代理人: 佐野 静夫 (SANO, Shizuo); 〒5400032 大阪府
大阪市中区天満橋京町 2-6 天満橋八千代ビル別
館 Osaka (JP).
- (22) 国際出願日: 2004 年 12 月 22 日 (22.12.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).
- (30) 優先権データ: 特願2004-046223 2004 年 2 月 23 日 (23.02.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重
工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES,
LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番
5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 野内 昇 (YANAI,
Noboru) [JP/JP]; 〒6768686 兵庫県高砂市荒井町新浜
2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社 高砂製作所内
Hyogo (JP). 佃 嘉章 (TSUKUDA, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒
6768686 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三
菱重工業株式会社 高砂製作所内 Hyogo (JP). 榎下 秀
昭 (SUGISHITA, Hideaki) [JP/JP]; 〒6768686 兵庫県高
砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会
社 高砂研究所内 Hyogo (JP). 蒲原 覚 (KAMOHARA,
Satoru) [JP/JP]; 〒6768686 兵庫県高砂市荒井町新浜

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: GAS TURBINE PLANT

(54) 発明の名称: ガスタービンプラント



1- HIGH TEMPERATURE GAS-COOLED REACTOR

(57) Abstract: A gas turbine plant, wherein a plural-
ity of first gas turbines positioned coaxially with com-
pressors and a second gas turbine positioned coaxially
with a generator are rotated by a coolant heated by heat
energy provided by the fission of a coated particle fuel.
A flow in a bypass passage is controlled by control-
ling the opening of bypass valves of (n - 1) in quan-
tity which bypass the first gas turbines on up to (n - 1)
shafts in starting. Accordingly, the rotational speeds of
the first gas turbines on up to (n) shafts are increased
to a rated rotational speed in order starting at the initial
stage on the upstream side of a high temperature gas-
cooled reactor toward the lower stage for each shaft.



(57) 要約:

本発明は、被覆粒子燃料を核分裂させて得た熱エネルギーで加熱された冷却材により、コンプレッサと同軸の複数の第1ガスタービン及び発電機と同軸の第2ガスタービンを回転させるガスタービンプラントにおいて、起動時に、 $n-1$ 軸の第1ガスタービンそれぞれをバイパスする $n-1$ 個のバイパス弁の開度を制御して、バイパス路の流量を制御することにより、 n 軸の第1ガスタービンそれぞれの回転数を、高温ガス炉上流側の初段から下段に向かって順番に1軸毎に、定格回転数まで高くするものである。

明 細 書

ガスタービンプラント

技術分野

- [0001] 本発明は、高温ガス炉によって発生した熱を利用するガスタービンプラントに関するもので、特に、高温ガス炉の熱により加熱されたガスにより駆動するとともに排ガスを高温ガス炉に供給するガスタービンを備えたガスタービンプラントに関する。

背景技術

- [0002] 原子炉の一形式である高温ガス炉は、燃料として核燃料を熱に強い熱分解炭素(PyC)や炭化珪素(SiC)で被覆した被覆粒子燃料を用いるとともに減速剤と炉内構造材に熱に強い黒鉛を使用するもので、ヘリウムガスがその冷却材に用いられる。又、この高温ガス炉に用いられる被覆粒子燃料として、黒鉛ブロックに燃料棒を挿入したブロック型燃料や球状に圧縮成型したペブルベッド型燃料が使用されている。そして、炉心を金属材料の代わりにセラミックス材料で構成することによって、炉心が1000℃近くの高温でも耐えることのできる構成とされる。
- [0003] よって、高温ガス炉より発生した熱を利用して、800℃以上の高い出口ガス温度という他の形式の原子炉では得られない高温のガス温度を得ることができ、熱効率の高い発電を達成することができる。又、使用される燃料は、燃料温度が上昇しても燃料溶融、被覆層破損はほとんど生じず、事故条件下においても核分裂生成物を保持するため、その安全性にも優れている。又、この高温ガス炉として、我が国においても、高温工学試験研究炉(HTTR:High Temperature Engineering Test Reactor)の運転が行われている。
- [0004] このような高温ガス炉が発電プラントにおいて、高温ガス炉からの高温ガスによって蒸気を発生し蒸気タービンを駆動する蒸気サイクル発電や、高温ガス炉からの高温ガスによりガスタービンを駆動する閉サイクルガスタービン発電が用いられている。このとき、在来火力発電並の蒸気条件の蒸気タービン発電では、略40%の熱効率が得られるが、原子炉出口冷却材温度を略850℃以上とする閉サイクルガスタービン発電を使用することにより、45〜50%の熱効率が得られる可能性がある。

[0005] そして、この熱効率の高い閉サイクルガスタービン発電を利用した高温ガス炉として、高温ガス炉を循環する系統とガスタービンを循環する系統とを異なる系統としたガスタービンプラントにおける高温ガス炉が開示されている(特許文献1参照)。特許文献1で開示されたガスタービンプラントにおいては、一次回路に備えられる高温ガス炉で得られた高温のヘリウムガスを用いて二次回路のヘリウムガスを加熱し、加熱した二次回路のヘリウムガスによりガスタービンが駆動する。

[0006] 又、本出願人は、高圧コンプレッサと同軸のガスタービン及び発電機と同軸のガスタービンとを別軸にして備えるとともに、この別軸のガスタービンを高温ガス炉からのヘリウムガスによって駆動するガスタービンプラントを開示している(特許文献2参照)。このガスタービンプラントでは、ガスタービンから排出されたヘリウムガスがコンプレッサで圧縮された後、高温ガス炉に供給される。このような構成のガスタービンプラントに使用されるとともにペブルベッド型燃料を使用するペブルベッド炉心を備えたペブルベッドモジュール型高温ガス炉(PBMR:Pebble Bed Modular Reactor)が開発されている。

[0007] 又、特許文献2におけるガスタービンプラントは、2軸のガスタービンを備えたガスタービンとし、発電機と同軸のガスタービンを更に低圧コンプレッサとも一軸となるように構成している。そのため、この低圧コンプレッサ及び発電機と一軸に接続されるガスタービンにかかる負荷が大きくなる。よって、上述のPBMRを用いたガスタービンプラントにおいて、この負荷を分散させるために、低圧コンプレッサと一軸にしたガスタービンを設け、3軸構成としたガスタービンプラントが採用されているものが開発されている。

特許文献1:特開平10-322215号公報

特許文献2:特開平9-144557号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] これらのガスタービンプラントにおいては、その起動時に、ガスタービンを構成する各動翼を共振させる回転数を回避するために、各ガスタービンの回転数を安全領域の回転数まで一気に昇速させる必要がある。このとき、特許文献2におけるガスター

ビンプラントにおいては、発電機をサイリスタとして動作させて発電機と同軸のガスタービンの回転数を昇速させるとともに、高温ガス炉からのヘリウムガスを供給することでコンプレッサと同軸のガスタービンの回転数を昇速させる。

[0009] しかしながら、高温ガス炉からのヘリウムガスで昇速されるガスタービンが複数軸ある場合、従来は各軸毎に制御する構成とされていなかった。そのため、起動時にこの複数軸のガスタービンを安全領域の回転数まで昇速制御する際、いずれかのガスタービンが安全領域の回転数に到達せず、動翼の共振が発生して翼の破損が生じる恐れがあった。

[0010] このような問題を鑑みて、本発明は、複数軸のガスタービンを備えるとともに、起動時に各ガスタービンを安全に制御することができるガスタービンプラントを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 上記目的を達成するために本発明のガスタービンプラントは、被覆粒子燃料内の被覆された核分裂生成物を核分裂させて得られた熱エネルギーにより冷却材に加温する高温ガス炉と、該高温ガス炉で加温された前記冷却材により回転するとともに前記冷却材を圧縮するコンプレッサと同軸となる n 軸の第1ガスタービンと、前記 n 軸の第1ガスタービンそれぞれを回転させた後に最終段となる前記第1ガスタービンから排出される前記冷却材により回転するとともに発電動作を行う発電機と同軸となる第2ガスタービンと、前記 n 軸の第1ガスタービンの内、前記高温ガス炉に近い初段の前記第1ガスタービン以外の $n-1$ 軸の前記第1ガスタービンそれぞれを前記冷却材にバイパスさせる $n-1$ 個のバイパス弁と、を備え、起動時に、前記 $n-1$ 個のバイパス弁の開度を制御して、前記 n 軸の第1ガスタービンそれぞれを前記初段の第1ガスタービンから順番に1軸毎に定格回転数までその回転数を高くすることを特徴とする。

[0012] 又、本発明のガスタービンプラントは、被覆粒子燃料内の被覆された核分裂生成物を核分裂させて得られた熱エネルギーにより冷却材に加温する高温ガス炉と、該高温ガス炉で加温された前記冷却材により回転するとともに前記冷却材を圧縮する高圧コンプレッサと同軸となる高圧ガスタービンと、該高圧ガスタービンから排出された前記冷却材により回転するとともに前記冷却材を圧縮する低圧コンプレッサと同軸と

なる低圧ガスタービンと、該低圧ガスタービンから排出された前記冷却材により回転するとともに発電動作を行う発電機と同軸となる発電用ガスタービンと、低圧ガスタービンを前記冷却材にバイパスさせるバイパス弁とを備え、起動時に、前記バイパス弁を全閉状態にして前記冷却材を充填した後、まず、前記バイパス弁の開度を調節して前記高圧コンプレッサの回転数を定格回転数まで高くし、次に、前記バイパス弁を全閉状態にして前記低圧コンプレッサの回転数を定格回転数まで高くすることを特徴とする。

発明の効果

- [0013] 本発明によると、複数軸のガスタービンプラントを起動時に定格回転数まで昇速させるとき、バイパス弁を設けることによって、このバイパス弁の開度を制御してコンプレッサと同軸のガスタービンそれぞれを個々に制御して昇速させることができる。よって、全てのガスタービンを一度に昇速させる場合と比べて、各ガスタービン毎に定格回転数まで昇速されたか否かを確認することができるので、安全に起動させることができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]は、第1の実施形態のガスタービンプラントの構成を示すブロック図である。
- [図2A]は、図1のガスタービンプラントの起動時のHPTの回転数の変遷を示すタイミングチャートである。
- [図2B]は、図1のガスタービンプラントの起動時のLPTの回転数の変遷を示すタイミングチャートである。
- [図2C]は、図1のガスタービンプラントの起動時のバイパス弁の開度の変遷を示すタイミングチャートである。
- [図3]は、第2の実施形態のガスタービンプラントの構成を示すブロック図である。
- [図4]は、第1の実施形態のガスタービンプラントの別の構成を示すブロック図である。
- 。
- [図5]は、第1の実施形態のガスタービンプラントの別の構成を示すブロック図である。
- 。
- [図6]は、第2の実施形態のガスタービンプラントの別の構成を示すブロック図である。

。

[図7]は、第2の実施形態のガスタービンプラントの別の構成を示すブロック図である

。

符号の説明

- [0015]
- 1 高温ガス炉
 - 2 HPT
 - 3 LPT
 - 4 PT
 - 5 発電機
 - 6 熱交換器
 - 7 前置冷却器
 - 8 LPC
 - 9 中間冷却器
 - 10 HPC
 - 11, 12 バイパス弁

発明を実施するための最良の形態

[0016] <第1の実施形態>

本発明の第1の実施形態について、図面を参照して説明する。図1は、本実施形態のガスタービンプラントの構成を示すブロック図である。

- [0017] 図1のガスタービンプラントは、核分裂生成物(FP:Fission Products)を核分裂させた際の熱エネルギーを供給されたヘリウムガスに与えて高温のヘリウムガスを排出する高温ガス炉1と、高温ガス炉1から排出されるヘリウムガスにより駆動する高圧ガスタービン(HPT)2と、HPT2から排出されたヘリウムガスにより駆動する低圧タービン(LPT)3と、LPT3から排出されたヘリウムガスにより駆動するパワーガスタービン(PT)4と、PT4と同軸で構成されるとともにPT4により回転される発電機5と、PT4から排出されたヘリウムガスが供給されて熱交換を行う熱交換器6と、熱交換器6で熱を放出したヘリウムガスを冷却する前置冷却器7と、前置冷却器7で冷却されたヘリウムガスを圧縮する低圧コンプレッサ(LPC)8と、LPC8で圧縮されて昇圧されたヘリウムガ

スを冷却する中間冷却器9と、中間冷却器9で冷却されたヘリウムガスを圧縮して熱交換器6に供給する高圧コンプレッサ (HPC) 10と、HPT2から排出されるヘリウムガスをLPT3をバイパスさせてPT4に供給するためのバイパス弁11と、を備える。

[0018] このように構成されるガスタービンプラントを定格負荷で運転するとき、減速材と炉内構造材には熱に強い黒鉛が使用されて耐熱構造とされた高温ガス炉1に、FPであるセラミックス微小燃料粒子を熱分解炭素や炭化珪素で多重に被覆した被覆粒子燃料である燃料要素が供給されて、燃料要素内のFPが核分裂を行う。このFPの核分裂により発生する熱エネルギーが熱交換器6より供給されるヘリウムガスに与えられ、高温高圧のヘリウムガスをHPT2に供給する。尚、被覆粒子燃料である燃料要素として、ペブルベッド型燃料又はブロック型燃料が使用される。

[0019] そして、高温ガス炉1からの高温高圧のヘリウムガスによりHPT2が回転し、HPC10を回転させるとともに、このHPT2から排出されるヘリウムガスがLPT3に供給される。このとき、バイパス弁11を全閉状態とし、HPT2から排出されるヘリウムガスがLPT3に全て供給される状態とする。よって、同様に、HPT2を回転させたヘリウムガスによりLPT3が回転し、LPC8を回転させるとともに、このLPT3から排出されるヘリウムガスがPT4に供給される。更に、LPT3を回転させたヘリウムガスによりPT4が回転し、発電機5を回転させて発電を行う。このようにしてHPT2、LPT3、PT4それぞれを回転させて仕事を行ったヘリウムガスが熱交換器6に供給される。

[0020] 熱交換器6では、PT4から排出された高温のヘリウムガスが供給されるとともに、HPC10で圧縮されたヘリウムガスがPT4からのヘリウムガスと熱交換を行うことによって、加温されたHPC10からのヘリウムガスを高温ガス炉1に供給するとともに、冷却されたPT4からのヘリウムガスが前置冷却器7に与えられる。この前置冷却器7で冷却されたヘリウムガスがLPT3で回転されるLPC8に与えられることで、圧縮されて昇圧される。このとき、前置冷却器7で冷却されることで、ヘリウムガスの密度を高くしてLPC8での圧縮効率を高くする。

[0021] そして、昇圧されたヘリウムガスが中間冷却器9で再度冷却された後、HPT2で回転されるHPC10で圧縮された昇圧される。このとき、中間冷却器9でヘリウムガスが冷却されることで、前置冷却器7で冷却されたときと同様、ヘリウムガスの密度を高くし

てHPC10での圧縮効率を高くする。このHPC10で昇圧されたヘリウムガスが熱交換器6で加温されて、高温ガス炉1に供給される。

[0022] このように定格動作時に各部が動作するガスタービンプラントの起動時動作について、図2A～図2Cを参照して以下に説明する。まず、バイパス弁11が全閉の状態として、貯蔵タンク(不図示)のヘリウムガスを、図1のガスタービンプラントにおける、高温ガス炉1、HPT2、LPT3、PT4、熱交換器6、LPC8、及びHPC9により構成されるヘリウムガスのメイン系統に注入する。このとき、同時に、初期設定用のブロウシステム(不図示)を起動して、このメイン系統に注入されたヘリウムガスを循環させるとともに、LPC8及びHPC10にはヘリウムガスが流れないように流量制御する。

[0023] そして、メイン系統に注入されたヘリウムガスの温度及び圧力が所定値に到達したことが確認されると、高温ガス炉1内の臨界運転に移行する。そして、高温ガス炉1内が臨界に達すると、高温ガス炉1における出口温度を所定の温度範囲内に制御する。その後、HPT2、LPT3及びPT4を流れるヘリウムの流量を制御するとともに、発電機5をサイリスタとして動作させてPT4の回転数を定格回転数 R_b まで上昇させる。そして、PT4の回転数が定格回転数 R_b まで上昇したことが確認されると、発電機5を併入させる。

[0024] このようにして、起動開始してから時間 t_a が経過したときに、発電機5が併入されると、図2A及び図2Bのように、HPT2及びLPT3の回転数が回転数 R_a に到達していることが確認される。そして、LPC8及びHPC10を流れるヘリウムガスの流量を制御してプラントの負荷を上昇させる。このとき、図2Cのように、バイパス弁11を開度 $x\%$ まで開けて、バイパス弁11を介してHPT2からのヘリウムガスの一部をPT4に供給する。そして、負荷を上昇させるとともに、図2Aのように、HPT2の回転数を定格回転数 R_b に昇速させる。尚、バイパス弁11の開度が $x\%$ まで開けることによって、図2Bのように、LPT3の回転数を回転数 R_a で保持することができる。

[0025] そして、時間 t_b 経過後にHPT2の回転数が定格回転数 R_b に到達したことが確認されると、図2Cのように、バイパス弁11を全閉として、HPT2からのヘリウムガスを全てLPT3に供給する。よって、LPT3に流れるヘリウムガスの流量が多くなるので、図2Bのように、LPT3の回転数が定格回転数 R_b まで上昇する。このようにして、HPT2、H

PT3、及びPT4の回転数を定格回転数Rbまで上昇させると、更にプラントの負荷を上昇させて、無負荷運転から定格負荷運転に移行する。尚、このようにプラントの負荷を上昇させているとき、高温ガス炉1における出口温度が所定の温度となるように制御される。

[0026] このように、本実施形態において、バイパス弁11を設けることによって、プラント起動時において、HPT2及びLPT3の回転数を個別に制御することができる。よって、HPT2及びLPT3の回転数をそれぞれ定格回転数まで上昇させて、HPT2及びLPT3を安全領域で運転することができる。

[0027] <第2の実施形態>

本発明の第2の実施形態について、図面を参照して説明する。図3は、本実施形態のガスタービンプラントの構成を示すブロック図である。尚、図3のガスタービンプラントにおいて、図1のガスタービンプラントと同一の目的で使用する部分については同一の符号を付してその詳細な説明は省略する。

[0028] 図3のガスタービンプラントは、図1のガスタービンプラントと異なり、バイパス弁11の代わりに、HPT2から排出されるヘリウムガスをLPF3及びPT4をバイパスさせて熱交換器6に供給するためのバイパス弁12を備える。このように構成されるガスタービンプラントにおいて定格負荷で運転するとき、バイパス弁12を全閉状態とするとともに、ガスタービンプラント内の各部が第1の実施形態と同一の動作を行うことで、発電機5での発電が行われる。

[0029] このようなガスタービンプラントを起動する際、第1の実施形態と同様、バイパス弁12を全閉状態とし、貯蔵タンクのヘリウムガスを注入してヘリウムガスを循環させる。そして、メイン系統に注入されたヘリウムガスが所定温度及び所定圧力に達したことを確認すると、高温ガス炉1における出口温度を所定の温度に制御する。

[0030] その後、サイリスタとして発電機5を動作させてPT4の回転数を定格回転数Rbまで上昇させた後、発電機5を併入する。その後、プラントの負荷を上昇させるとともに、まず、バイパス弁12を開度x%まで開いてHPT2の回転数を定格回転数Rbまで上昇させた後、次に、バイパス弁12を全閉としてLPT3の回転数を定格回転数Rbまで上昇させる。そして、更にプラントの負荷を上昇させて、無負荷運転から定格負荷運転

に移行する。

- [0031] このように、本実施形態において、バイパス弁12を設けることによって、プラント起動時において、HPT2及びLPT3の回転数を個別に制御することができる。よって、HPT2及びLPT3の回転数をそれぞれ定格回転数まで上昇させて、HPT2及びLPT3を安全領域で動作させることができる。
- [0032] 尚、上述の第1及び第2の実施形態におけるガスタービンプラントは、3軸のガスタービンによって構成されるものとしたが、3軸以上の n 軸のガスタービンによるものとしても構わない。このとき、図4～図7のように、発電機と同軸のガスタービン(PT)4が1軸であるため、コンプレッサ $C1 \sim C_{n-1}$ それぞれと同軸のガスタービン $T1 \sim T_{n-1}$ が $n-1$ 軸となるとともに、初段のガスタービン $T1$ 以外のコンプレッサ $C2 \sim C_{n-1}$ と同軸の各ガスタービン $T2 \sim T_{n-2}$ をバイパスするためのバイパス弁 $V1 \sim V_{n-2}$ が $n-2$ 個設けられる。
- [0033] そして、第1の実施形態と同様に、PT4をバイパスさせないとき、図4のように、コンプレッサと同軸の $n-2$ 軸の各ガスタービン毎にバイパス弁 $V1 \sim V_{n-2}$ を直列に設けるものとしても構わないし、図5のように、 $n-2$ 軸のガスタービン $T2 \sim T_{n-1}$ をバイパスさせるバイパス弁 $V1$ 、 $n-3$ 軸のガスタービン $T3 \sim T_{n-1}$ をバイパスさせるバイパス弁 $V2$ 、 \dots 、1軸のガスタービン T_{n-1} をバイパスさせるバイパス弁 V_{n-2} のようにバイパス弁 $V1 \sim V_{n-2}$ を並列に設けるものとしても構わない。又、第2の実施形態と同様に、PT4をバイパスさせるときは、バイパス弁 $V1 \sim V_{n-2}$ を直列に配設する場合、図6のように、バイパス弁 V_{n-2} がPT4をもバイパスさせるように設置し、又、バイパス弁 $V1 \sim V_{n-2}$ を並列に配設する場合、図7のように、バイパス弁 $V1 \sim V_{n-2}$ それぞれがPT4をもバイパスさせるように設置する。
- [0034] 更に、図4～図7のようにバイパス弁 $V1 \sim V_{n-2}$ が配設されるとき、図4及び図6の場合、まず、バイパス弁 $V1 \sim V_{n-2}$ を開いて、ガスタービン $T1$ を定格回転数とした後、バイパス弁 $V1, V2, \dots, V_{n-2}$ を順番に全閉にして、ガスタービン $T2, T3, \dots, T_{n-1}$ の順に定格回転数に昇速させる。又、図5及び図7の場合、まず、バイパス弁 $V1$ を開いて、ガスタービン $T1$ を定格回転数とした後にバイパス弁 $V1$ を全閉とした後、バイパス弁 $V2, \dots, V_{n-2}$ の順番に、その開度を開いた後に全閉にして、ガスタービ

ンT2, T3, ..., T_{n-1}の順に定格回転数に昇速させる。

産業上の利用可能性

[0035] 本発明のガスタービンプラントは、高温ガス炉及び複数軸のガスタービンを備えたガスタービンプラントにおいて適用可能であり、高温ガス炉に使用される被覆粒子燃料がペブルベッド型燃料及びブロック型燃料いずれの場合であっても、適用することができる。

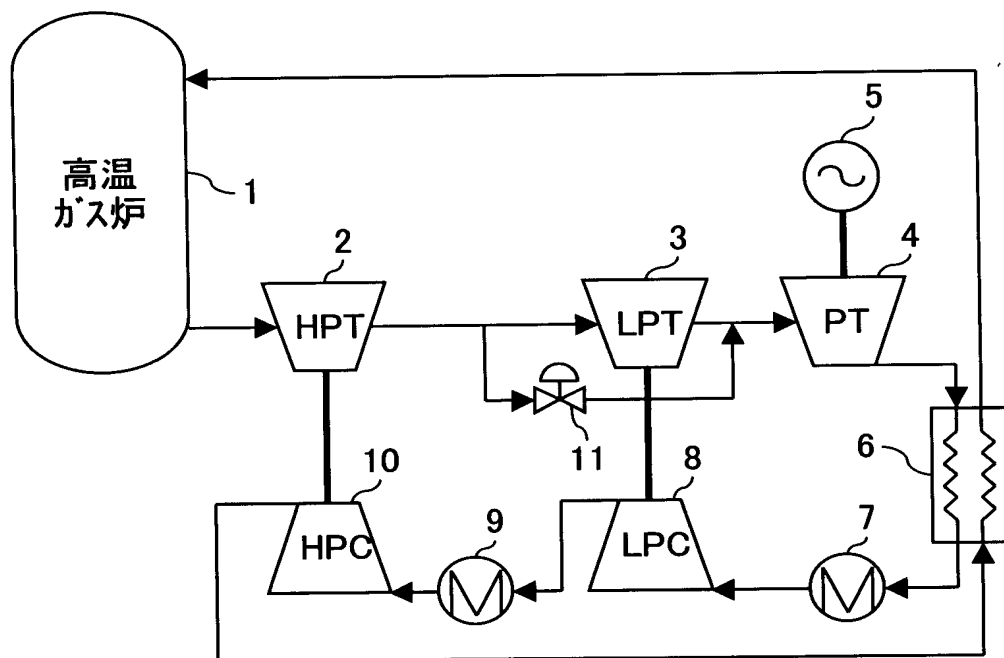
請求の範囲

- [1] 被覆粒子燃料内の被覆された核分裂生成物を核分裂させて得られた熱エネルギーにより冷却材に加温する高温ガス炉と、
該高温ガス炉で加温された前記冷却材により回転するとともに前記冷却材を圧縮するコンプレッサと同軸となる n 軸の第1ガスタービンと、
前記 n 軸の第1ガスタービンそれぞれを回転させた後に最終段となる前記第1ガスタービンから排出される前記冷却材により回転するとともに発電動作を行う発電機と同軸となる第2ガスタービンと、
前記 n 軸の第1ガスタービンの内、前記高温ガス炉に近い初段の前記第1ガスタービン以外の $n-1$ 軸の前記第1ガスタービンそれぞれを前記冷却材にバイパスさせる $n-1$ 個のバイパス弁と、
を備え、
起動時に、前記 $n-1$ 個のバイパス弁の開度を制御して、前記 n 軸の第1ガスタービンそれぞれを前記初段の第1ガスタービンから順番に1軸毎に定格回転数までその回転数を高くすることを特徴とするガスタービンプラント。
- [2] 前記バイパス弁が、前記第2ガスタービンをもバイパスさせることを特徴とする請求項1に記載のガスタービンプラント。
- [3] 被覆粒子燃料内の被覆された核分裂生成物を核分裂させて得られた熱エネルギーにより冷却材に加温する高温ガス炉と、
該高温ガス炉で加温された前記冷却材により回転するとともに前記冷却材を圧縮する高圧コンプレッサと同軸となる高圧ガスタービンと、
該高圧ガスタービンから排出された前記冷却材により回転するとともに前記冷却材を圧縮する低圧コンプレッサと同軸となる低圧ガスタービンと、
該低圧ガスタービンから排出された前記冷却材により回転するとともに発電動作を行う発電機と同軸となる発電用ガスタービンと、
低圧ガスタービンを前記冷却材にバイパスさせるバイパス弁と、
を備え、
起動時に、前記バイパス弁を全閉状態にして前記冷却材を充填した後、まず、前

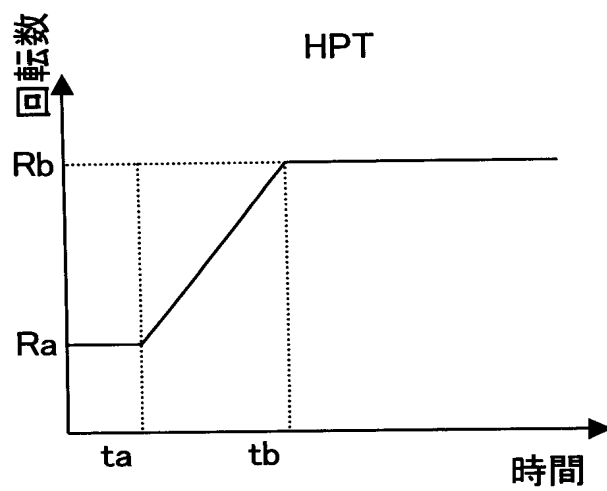
記バイパス弁の開度を調節して前記高圧コンプレッサの回転数を定格回転数まで高くし、次に、前記バイパス弁を全閉状態にして前記低圧コンプレッサの回転数を定格回転数まで高くすることを特徴とするガスタービンプラント。

- [4] 前記バイパス弁が、前記発電用ガスタービンをもバイパスさせることを特徴とする請求項3に記載のガスタービンプラント。

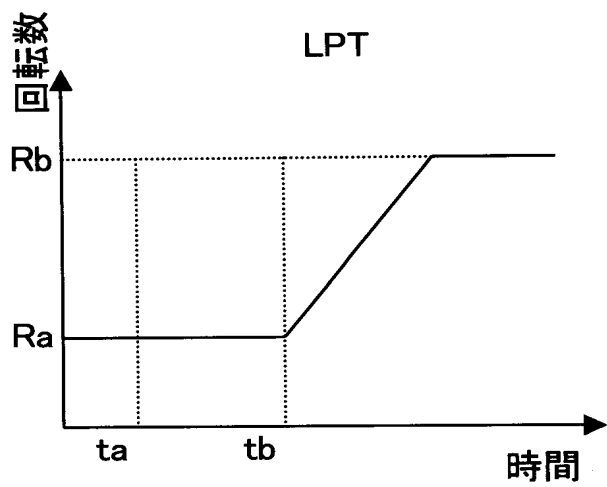
[図1]



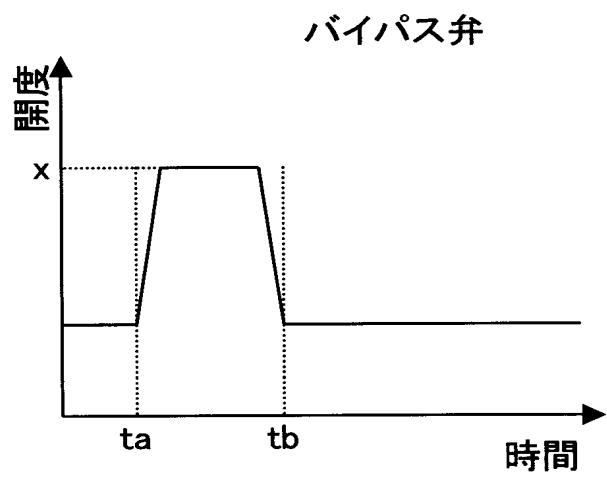
[図2A]



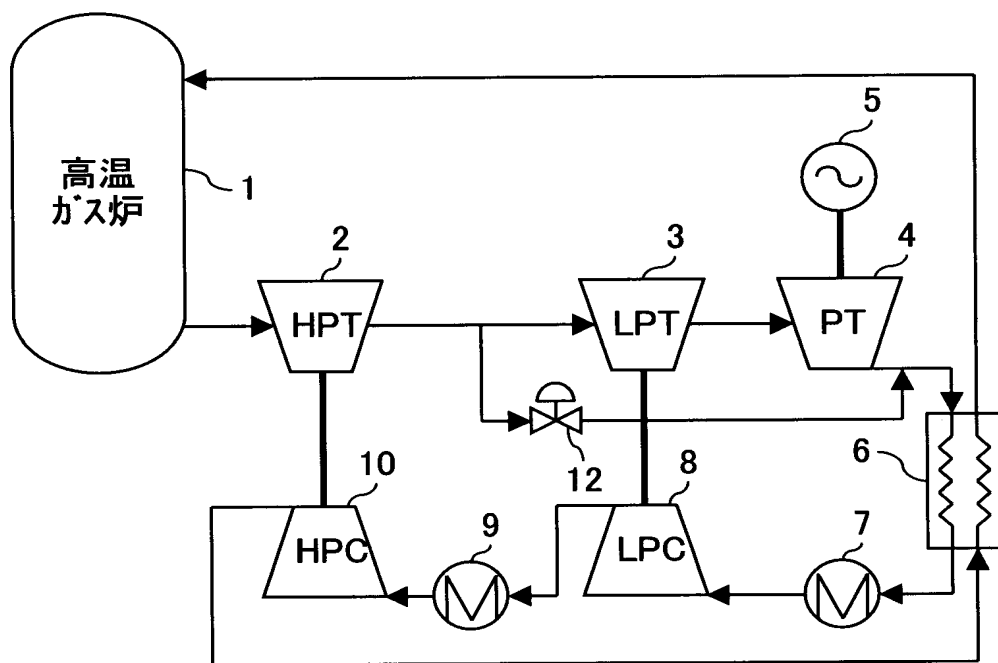
[図2B]



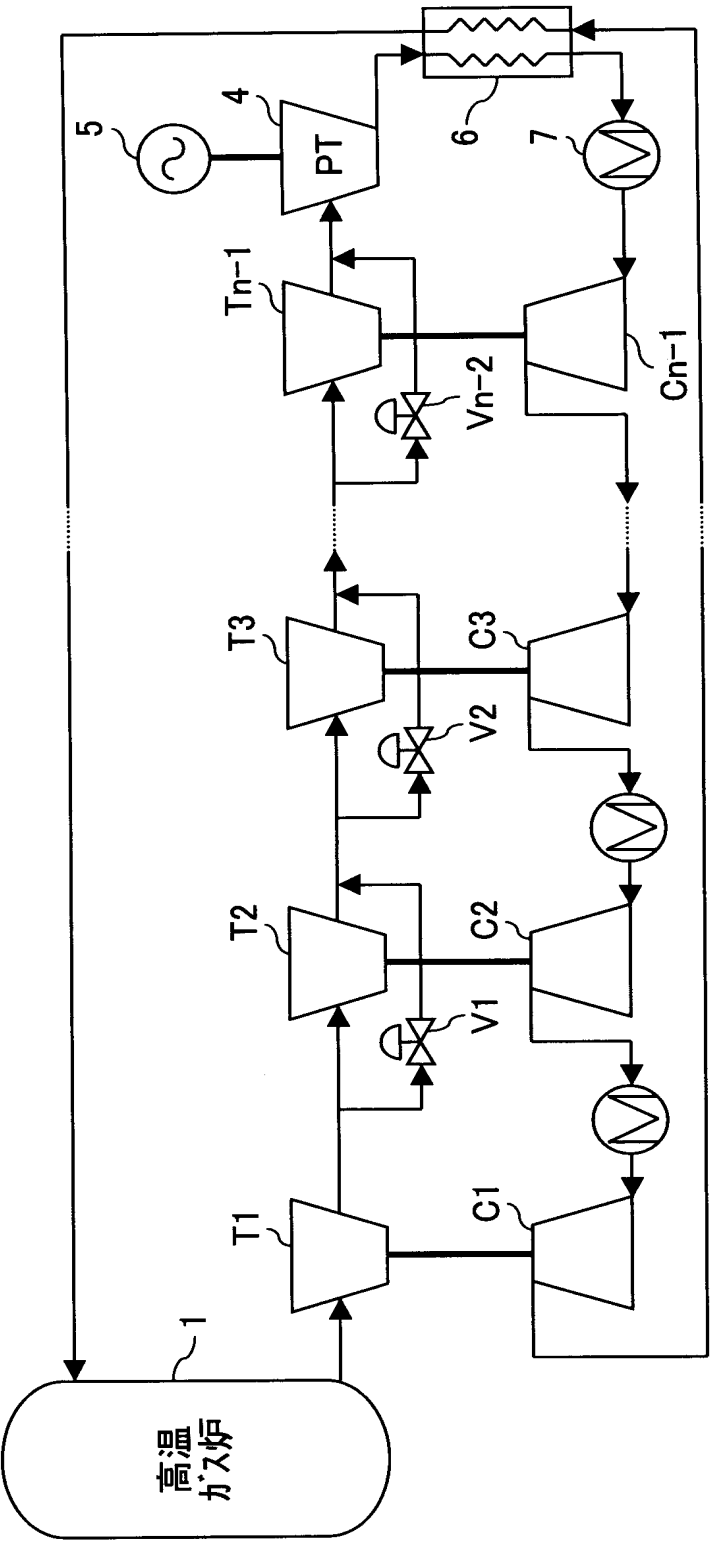
[図2C]



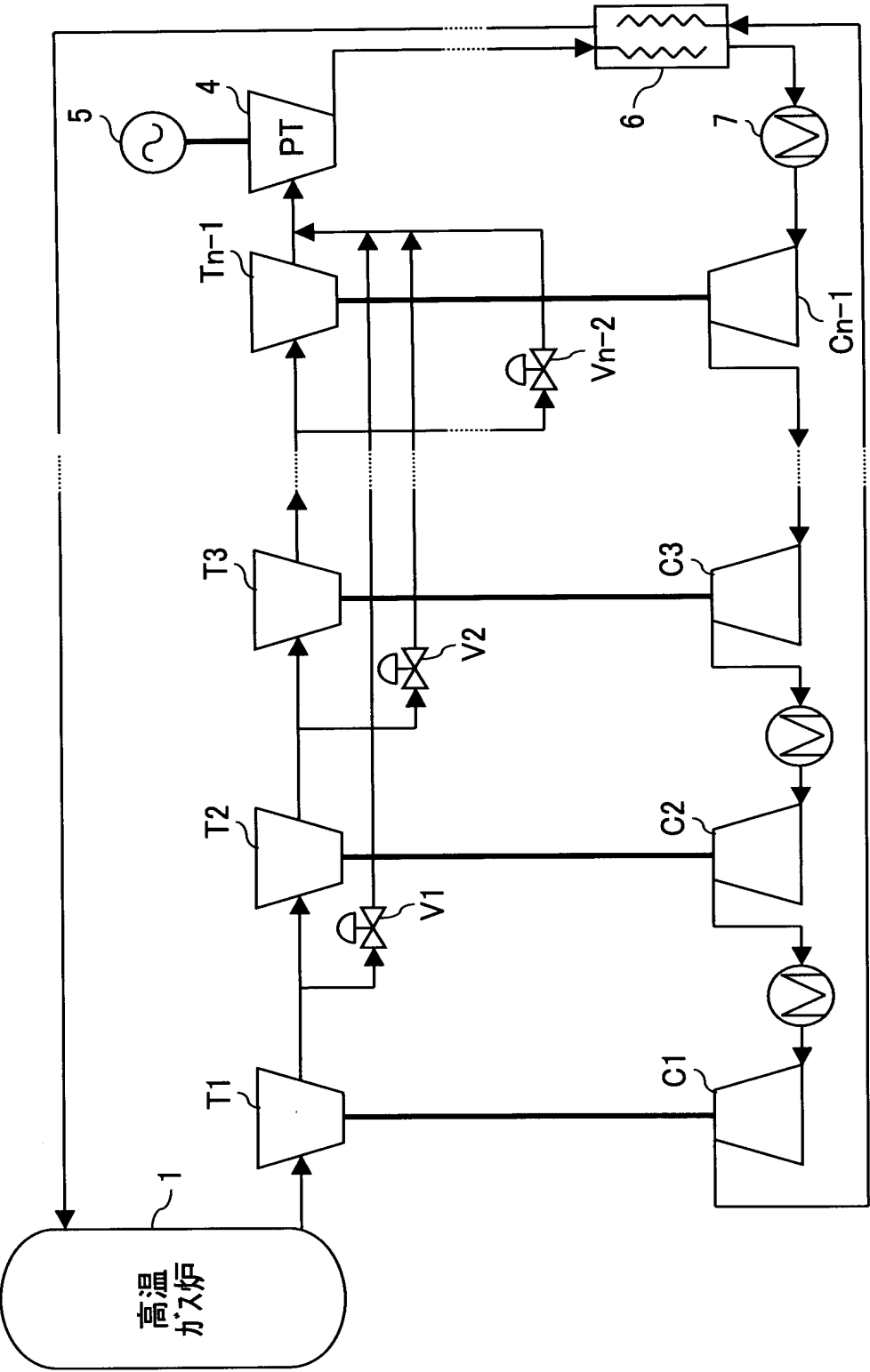
[図3]



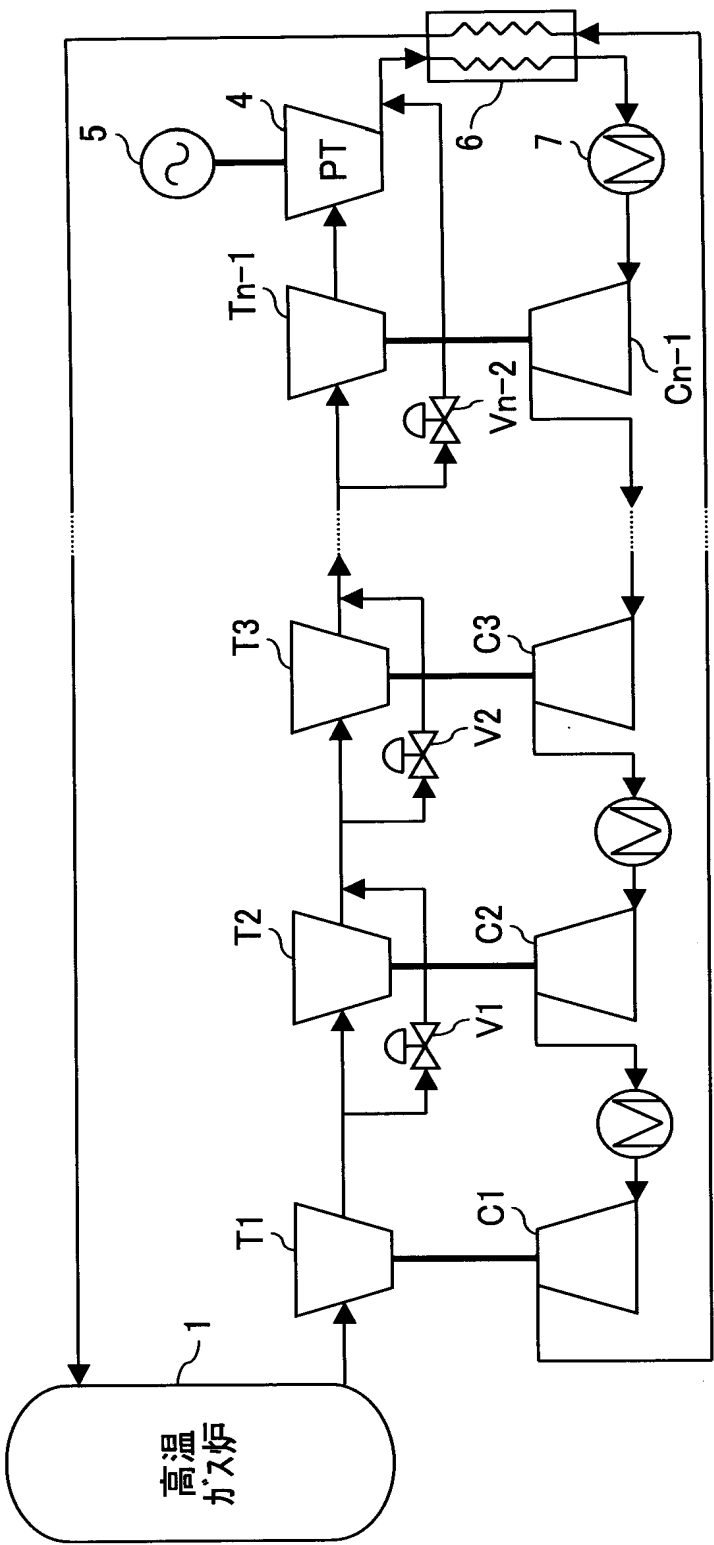
[図4]



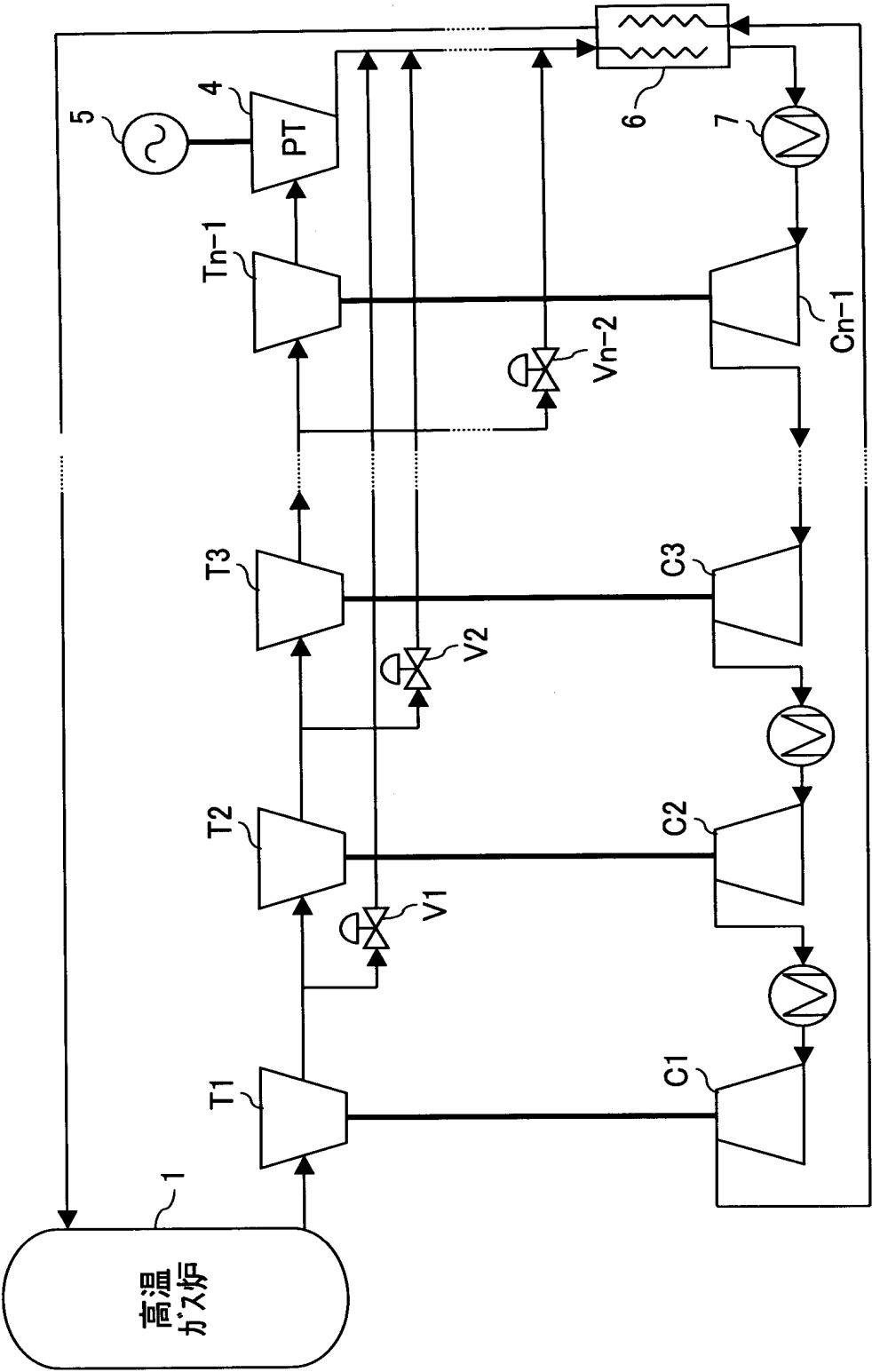
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019169

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F02C9/18, F02C1/05, F02C3/10, F01D17/00, G21D3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F02C9/18, F02C1/05, F02C3/10, F02C7/36, F01D13/02, F01D17/00, F01D19/00, G21D3/00, B02B37/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2002/078010 A1 (PEBBLE BED MODULAR REACTOR (PROPRIETARY) LTD.), 03 October, 2002 (03.10.02), Full text; Fig. 1 & EP 1374253 A1 & US 2004/0042579 A1 & JP 2004-525294 A	1-4
A	JP 2003-166428 A (Toshiba Corp.), 13 June, 2003 (13.06.03), Par. Nos. [0051] to [0053]; Fig. 6 (Family: none)	1-4
A	JP 2000-080926 A (Hitachi, Ltd.), 21 March, 2000 (21.03.00), Par. Nos. [0004] to [0005], [0016]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 March, 2005 (09.03.05)

Date of mailing of the international search report
29 March, 2005 (29.03.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019169

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-315725 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 16 November, 1999 (16.11.99), Full text; Figs. 1 to 2 & US 6112523 A	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁷ F02C 9/18, F02C1/05, F02C3/10, F01D17/00, G21D3/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁷ F02C 9/18, F02C1/05, F02C3/10, F02C7/36, F01D13/02, F01D17/00, F01D19/00, G21D3/00, B02B37/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2005年
 日本国実用新案登録公報 1996-2005年
 日本国登録実用新案公報 1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	WO 2002/078010 A1 (PEBBLE BED MODULAR REACTOR (PROPRIETARY) LIMITED), 2002. 10. 03, 全文, FIG. 1 &EP 1374253 A1 &US 2004/0042579 A1 &JP 2004-525294 A	1-4
A	JP 2003-166428 A (株式会社東芝) 2003. 06. 13, 段落【0051】-【0053】, 第6図 (ファミリーなし)	1-4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 03. 2005

国際調査報告の発送日

29. 3. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤原 直欣

3 T

3 4 2 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3393

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2000-080926 A (株式会社日立製作所) 2000.03.21, 段落【0004】-【0005】, 【0016】, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-4
A	J P 11-315725 A (富士重工業株式会社) 1999.11.16, 全文, 第1-2図 &US 6112523 A	1-4